



**Kandidatarbeten
i skogsvetenskap**

2013:1

Fakulteten för Skogsvetenskap

Nyttjande av CTI inom Skogsnäringen

Use of CTI in Forestry

Tommy Andersson och Oscar Gustafsson

Sveriges Lantbruksuniversitet

Program: Jägmästarprogrammet

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp, Kurs: EX0592 Nivå: G2E

Handledare: Tomas Nordfjell, SLU, Inst för Skogliga biomaterial och teknologi

Examinator: Tommy Mörling, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel Umeå 2013

Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Tommy Andersson och Oscar Gustafsson
Titel, Sv	Nyttjande av CTI inom skogsnäringen
Titel, Eng	Use of CTI in forestry
Nyckelord/ Keywords	Roadex, Bärighet, Skogsbilväg, Vägkropp, CTI- anpassning/ Roadex, Carrying capacity, forest road, Road structure, CTI-adjustment
Handledare/Supervisor	Tomas Nordfjell Institutionen för Skogliga Biomaterial och Teknologi/ Department of Forest Biomaterials and Tecnology
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap/ Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2013

Förord

Detta arbete har tagit form vårterminen 2013 inom ramen för kandidatarbete i skogsvetenskap på Jägmästarprogrammet, SLU. Vi vill rikta tack till vår handledare professor Tomas Nordfjell och även universitetslektor Dag Fjeld vid institutionen för Skogliga Biomaterial och Teknologi för att han ställt upp med tankar och åsikter. Vi vill även rikta tack till våra respondenter på SCA, Holmen, Sveaskog, Billerud-Korsnäs och Norra Skogsägarna samt Per Christoffersson på Skogsstyrelsen som genom sina svar och sitt kunnande gjort detta arbete möjligt.

Sammanfattning

Detta arbete handlar om Central Tire Inflation, vilket är ett system för att under färd variera däcktryck. Arbetet syftar till att se vilka erfarenheter skogsnäringen i Sverige har av tekniken. Intervjuer med representanter från skogsorganisationer har genomförts. Resultatet av dessa har jämförts med körningar i Roadex stress-test, vilket är en teoretisk modell för att få fram ett underlag om effekter samt erfarenheter av tekniken. Resultatet som framkommit visar på att skogsnäringen är väl medvetna och positivt inställda till tekniken samt att denna används för att öka tillgängligheten i skogen under förfallsperioder. Det finns skillnader i hur organisationer nyttjar tekniken, från att bygga CTI-anpassade vägar till att i dagsläget inte praktiskt nyttja tekniken.

Summary

This work deals with Central Tire Inflation, which is a system to vary the tire pressure while driving. The work aims to identify what experience the forest industries in Sweden have of the technology. Interviews with representatives from the forestry organizations have been conducted and their results were compared with runs in Roadex stress test. This is a theoretical model to assess effects on the road structure given different modeling. The model was used to obtain objectivity on the interview questions. The results show that the forest industry is well aware of and sympathetic to the technology, and that this is used to increase the availability in the woods during thaw periods. There are differences between how organizations utilize technology, from building CTI custom roads to that in the current situation not using the technology.

Innehållsförteckning

Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning.....	2
Summary	3
Innehållsförteckning	4
1 INLEDNING.....	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Dimensionering och byggnation av skogsbilvägar	5
1.3 Central Tire Inflation (CTI).....	8
1.4 Roadex	9
1.5 Beräkningsteori	9
1.6 Jordmekanik	10
1.7 Inverkan på vägkroppen.....	11
1.8 Lagbegränsningar	12
1.9 Mål.....	12
2 MATERIAL OCH METOD.....	13
2.1 Litteraturstudie	13
2.2 Körning i Roadex stress-test	13
2.3 Intervju.....	13
2.4 Avgränsningar.....	14
3 RESULTAT	15
3.1 Dimensionering.....	15
3.2 CTI.....	15
3.3 Roadex	16
3.4 Intervjuer.....	21
4 DISKUSSION	23
4.1 Allmänt.....	23
4.2 CTI.....	23
4.3 Körningar i Roadex	24
4.4 Intervjuer.....	24
5 REFERENSER.....	26
6 BILAGOR	i

1 INLEDNING

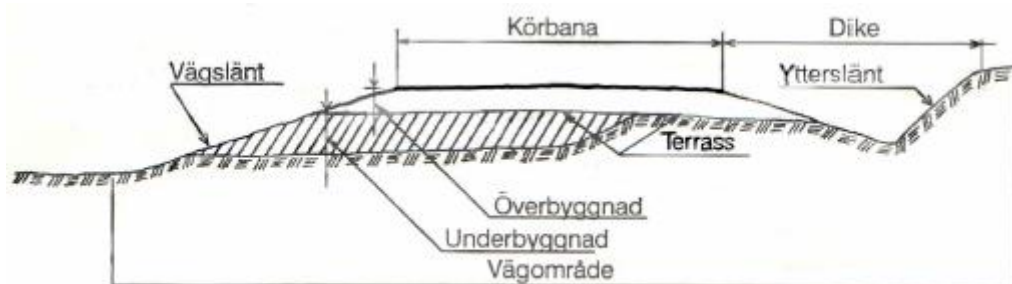
Bakgrund

“Skogsbilvägar är ett viktigt bidrag för skogsbrukets lönsamhet. Många av dessa vägar är också viktiga för att människor ska kunna leva och bo på landsbygden.” (Skogstyrelsen 2013). Skogsbruket är beroende av skogsbilvägar för att forsla ut virke från skog till fabrik (Anon. 2010), vilket leder till att nybyggnation och underhåll av vägar är en betydande kostnad för såväl skogsbolag som för privata skogsägare (Skogforsk 2013). I Sverige idag utgör övriga vägar närmare 50 % av det totala vägnätet, med övriga vägar åsyftas här obelagda vägar utan statligt bidrag. (Alzubaidi 1999).

Ökad medeltemperatur och mindre tjälbildning har lett till att dagens vägar har sämre bärighet och löper större risk för sönderkörning främst under vårens tjällossning (Eriksson 2007). Klimatförändringen medför tre primära konsekvenser för vägar; kortare perioder med tjälad mark, fler in- och urtjältningsperioder och mer regn på hösten (Andersson & Westlund 2008). Redan år 1994 räknade man med att bristande vägstandarder årligen kostar skogsnäringen 750 miljoner kronor (Bjurulf & Nordmark 1994). År 1999 beräknades kostnaden för bristande vägstandard till 900 miljoner, detta främst på grund av behovet att lagra virke inför tjällossningsperioden (Arvidsson & Holmgren 1999). År 2006 resulterade den planerade avstängningen av vägar i en upplagringsvolym på ca 850 000 m³fub. Till denna siffra måste man lägga de upplagringsvolymen vid industri, som tillkommer på grund av överenskommen avstängning av vägar (Andersson & Westlund 2008). Kostnaden för denna upplagring skiljer sig beroende på var i landet man befinner sig, men beräknas uppgå till 3,76 - 10,19 kronor per lagrad m³fub (Andersson & Westlund 2008).

1.2 Dimensionering och byggnation av skogsbilvägar

Varje lager i vägen (Figur 1) påverkar bärigheten på ovanliggande lager i vägkonstruktionen. Detta innebär att vid dimensionering av vägen måste varje enskilt lager klara belastningen som vägen dimensioneras för (Gunnarsson m.fl. 2011).



Figur 1. Genomskärning av skogsbilväg med benämningar för olika delar (Gunnarsson m.fl. 2011)

Figure 1. Cross section of a forest road with terms for different parts (Gunnarsson m.fl. 2011)

De delar som vägen består av är:

Undergrund: Det material som fanns på platsen, antingen orört när man bygger en vägbank ovanpå eller den avschaktade ytan när man gör en skärning ner genom till exempel ett krön.

Underbyggnad: Det material som finns mellan överbyggnaden och undergrunden och är ett resultat av fyllning för att åstadkomma en jämn terrassyta.

Terrass: Är gränsen mellan över- och underbyggnaden. Den skall ha ett lätt sluttande plan ut från mitten eller från ena sidan till den andra av ett antal %. Detta för att tillåta regnvatten att rinna av vägen och inte ner i konstruktionen.

Överbyggnad: Det material som läggs ovanpå terrassytan. Vad som avgör vilken tjocklek överbyggnaden ska ha beror främst på det underliggande materialet (Figur 2), men även om man skär eller bankar vägen. Vid skärning gräver man ur så vägens yta hamnar under det ursprungliga markplanet. Vid bank lägger man material ovanpå det ursprungliga markplanet. Överbyggnadens viktigaste funktioner på en skogsbilväg är i huvudsak att se till så vägen håller för den vägklass som den är avsedd för samt leda bort vattnet från vägbanan (Gunnarsson m.fl. 2011). En annan viktig aspekt på bärlagret är att detta icke är tjällyftande för att säkerställa en god vägyta (TRV 2011). Överbyggnadsmaterialet delas upp i tjälfarlighetsklasser utifrån hur väl materialet kan binda vatten och därmed ge tjällyftning, lågt nummer är låg risk vilket i vårt fall är positivt (Gunnarsson m.fl. 2011).

Tabell 1. Underlag för dimensionering av överbyggnadens tjocklek, efter (Gunnarsson m.fl. 2011)

Table 1. Basis for design of structure thickness after (Gunnarsson m.fl. 2011)

Total överbyggnadstjocklek (cm) För tillgänglighetsklasserna A-D								
		A		B		C		D
Material i underbyggnad eller undergrund	Tjälfarlighets-klass	Skärning	Bank	Skärning	Bank	Skärning	Bank	
Grus	I	15		5;7 eller 10		5;7 eller 10		0
Sandigt grus	I	15		5;7 eller 10		5;7 eller 10		0
Grusig morän	I	15		5;7 eller 10		5;7 eller 10		0
Sandig morän	I	15		5;7 eller 10		5;7 eller 10		0
Grusig sand	I	20		5;7 eller 10		5;7 eller 10		0
Sand	I	20		15		15		10
Grovmo	I	20		15		15		10
Grusig morän	II	30	20	20	15	15	5	0
Sandig morän	II	30	20	20	15	15	5	0
Normalmorän	II	30	20	20	15	15	5	0
Sandig moig morän	II	40	30	30	20	20	15	0
Lerig morän	II	40	30	30	20	20	15	0

Väglklasser

Skogsbilvägarna i Sverige klassificeras som 3 eller 4 och har vissa begränsningar, dessa är i sin tur indelade i olika tillgänglighetsklasser (Tabell 2). Vägar i alla klasser måste ha mötesplatser, kojplatser och vändplaner enligt anvisningar och. Väglklass 3 definieras av att vägen skall vara utstakad i terrängen och ha en profilritning, vara minst 4,0 meter bred på raksträckor och minsta kurvradie på 50m. Vägen skall också ha en lutning i sidled av minst 5 % för att vattnet skall rinna av ordentligt och ej filtreras ner i vägkroppen. Väglklass 4 kräver ingen profilritning men kraven på lutning och bredd är de samma (Gunnarsson m.fl. 2011).

Tabell 2. Indelning av svenska skogsbilvägar

Table 2. Classification of Swedens Forest roads

Tillgänglighets-klass	Beskrivning
A	Vägar som är farbara av last- och personbilstrafik året om
B	Vägar som är farbara av lastbilstrafik under hela året utom förfallsperioden, Personbilstrafik året om
C	Lastbilstrafik året om utom vid förfallsperioden och ihållande regn, personbilstrafik hela året utom förfallsperioden
D	Lastbilstrafik främst under månader med tjälad mark, personbilstrafik även under sommartid

Det allmänna vägnätet i Sverige idag delas upp på olika väglklasser (Tabell 3). Det som skiljer mellan olika klasser är i huvudsak max last på vägen (Andersson & Westlund 2008; Transportstyrelsen 2012).

Tabell 3. Fördelning av tillgänglighetsklasser i Sverige och deras begränsningar

Table 3. Distribution of accessibility classes in Sweden and their limitations

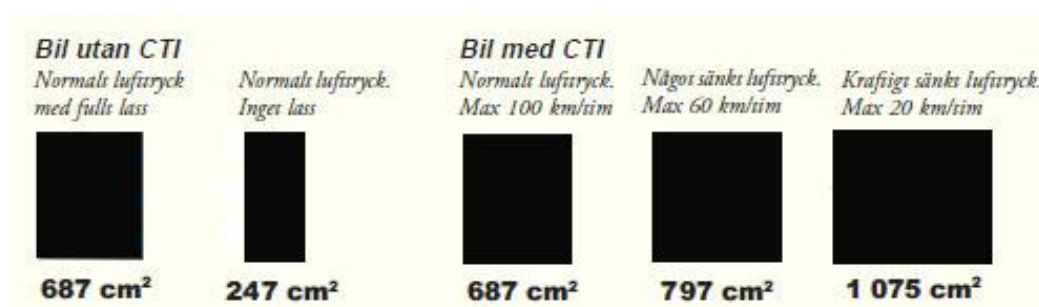
Klass	Längd i Sverige (km)	Max bruttovikt på fordon (ton)
BK-1	99000	60
BK-2	4000	51,4
BK-3	890	37

Ett flertal potentiella lösningar på problematiken kring bärighet och tillgänglighet efter landets skogsbilvägar finns. En lösning är att helt enkelt rusta upp de befintliga vägarna till en bättre standard, detta alternativ är dock såväl ekonomiskt kostsamt som tidskrävande. Att rusta upp en väg till ursprungligt skick kan kosta upp emot 40 000 kr/km vart 30:e år (Christoffersson 2013). Dålig bärighet innebär också att man inte kan lasta lika mycket timmer på timmerbilen för att inte överstiga den maximalt tillåtna bruttovikten på vägen (Tabell 3). Vilket innebär att med konventionella lastbilar krävs att man antingen skotar fram virket till tjälsäker väg eller kör fler vändor med mindre last. Detta medför ökad tidsåtgång och transportsträcka, åtgärder som är direkt kopplade till kostnad. En åtgärd för att möjliggöra full last på en sämre väg, och även minska sönderkörning är att utrusta lastbilarna med Central Tire Inflation (CTI) som möjliggör variabelt däcktryck (Granlund m.fl 1999).

1.3 Central Tire Inflation (CTI)

Sedan 90-talet har man undersökt möjligheten att inom skogsbruket nyttja ställbart däcktryck på lastbilar, för att med detta kunna köra med full last och minska sönderkörningen vid dålig bärighet (Andersson & Granlund 1994). CTI är ett system som möjliggör att man under färd varierar ett fordon's däcktryck från hytten beroende på underlag och last. Sänkt däcktryck ger en större kontaktyta mellan däck och vägbanan, vilket sänker marktrycket (Figur 2).

Tekniken nyttjas främst under perioder med tjällossning och vid längre perioder med regn (Granlund 2006; Andersson & Granlund 1994). En möjlig utveckling på CTI-anpassningen skulle vara att bygga CTI-anpassade skogsbilvägar, vilket är en väg med tunnare överbyggnadslager.



Figur 2. Kontaktyta vid olika däcktryck, med och utan CTI-utrustning (Granlund m.fl. 1999).

Figure 2. Contact surface given different tire pressure, with and without CTI-equipment (Granlund m.fl. 1999).

Att utrusta en bil med CTI-system kostar mellan 180 000 och 280 000 kr beroende på bil och system (Granlund 2006). Systemet består av ett flertal komponenter (Tabell 4) (Andersson & Granlund 1994).

Tabell 4. Delar i en lastbils CTI-system och deras placering samt funktion

Table 4. Parts in a trucks CTI system, their location and function

Komponent	Funktion/Placering
Kompressor och Lufttankar	Är från det befintliga bromssystemet, med eventuellt behov av uppgradering till större för att fyllningstiden av däck skall bli så kort som möjligt
Hjulventiler	Är monterade i varje axelände, denna ventil är normalt stängd under färd för att inte trycksätta tätningar och svivlar i axlarna. Ventilen är öppen under påfyllning, tömning och kontroll av tryck i systemet
Elektronisk kontrollenhet	Central styrenhet som tar emot förarens instruktioner och skickar signalerna ut i systemet
Pneumatisk kontrollenhet	Sköter trycksättningen av systemet utifrån de signaler den får från den elektroniska styrenheten. Innehåller även tryckgivaren som registrerar de värden som den elektroniska styrenheten använder
Pneumatisk styrventil	Magnetisk ventil som växlar lufttrycket till och från den pneumatiska kontrollenheten och styr detta ut till de olika axlarna på fordonet
Hastighetsgivare	Varnar om bilen närmar sig för höga hastigheter vid de lägre lufttrycksinställningarna
Tryckgivare	Vid lågt lufttryck i tankarna prioriterar denna bromsarna

1.4 Roadex

Roadex är en organisation som grundades 1998, för att möjliggöra ett samarbete mellan de nordliga europeiska länderna rörande vägunderhåll och konstruktion. Fokus för projektet har i huvudsak varit på lågtrafikerade vägar med eftersatt underhåll. Samarbetsländerna i starten var Finland, Norge, Skottland samt Sverige. Pilotprojektet blev en framgång och har mynnat i ytterligare ett antal Roadex-projekt. (Roadex 2013). Projekten har till syfte att utveckla en arbetsgång för att på bästa sätt vidareutveckla underhållsverksamheten på vägar. (Andersson & Westlund 2008). Det Roadex-projektet senast tagit fram är ett stress-test för beräkning av påverkan på vägkroppens olika lager vid olika däcktryck samt materialhårdhet. (Uleåborg 2013).

1.5 Beräkningsteori

Odemarks modell

Odemark (1949) har tagit fram modeller för att beräkna överbyggnader av cement och asfalt, vilka inte tillämpas här. Samma beräkningsgång kan användas för obundna överbyggnader, det vill säga grus och kross. Modellen grundar sig på tidigare beräkningar gjorda av Boussinesq (1885) och Burmeister (1945).

$$EP = \frac{EA}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{0,15}\right)^2}}\right) \frac{EA}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{0,15}\right)^2} \left(\frac{E}{EA}\right)^{2/3}}}$$

Där

EP = Bärförmåga på toppen av det dimensionerade lagret [MPa]

EA = Bärförmåga under det dimensionerade lagret [MPa]

E = Det dimensionerade lagermateriallets elasticitetsmodul [MPa]

h = Tjocklek på det dimensionerade lagret [m]

Odemarks modell syftar främst till att belysa olika materials kompaktering vid belastning, samt hur man vid flerskiktade system kan byta ut ett material mot ett annat för att uppnå samma bärighet (Odemark 1949).

Terzaghis modell

Ett alternativ är Terzaghis beräkningsmodeller för rektangulära fundament, denna beräkning tar hänsyn till vägens kanter. Något som är rimligt då vägen behöver fullgott sidostöd för att hålla. (TRV 2011; Pettersson 2010; Granlund 2012).

$$\frac{Q}{A} = 1,3 * c * N_c + q * N_q + 0,4 * \gamma * B * N_\gamma$$

Där:

A = Area hos "fundamentet" (= B * L), [m²]. "Fundamentet" är område av undergrunden, vilket belastas av en given last på beläggningens yta

B = Bredd hos "fundamentet" [m]

L = Längd hos "fundamentet" [m]

N_c, N_q, N_γ = Bärighetsfaktorer

Q = Last [N]

q = Vertikal effektivspänning i grundläggningsnivå, bredvid "fundamentet" [kPa]

β = Innerslätens lutningsvinkel mot horisonten

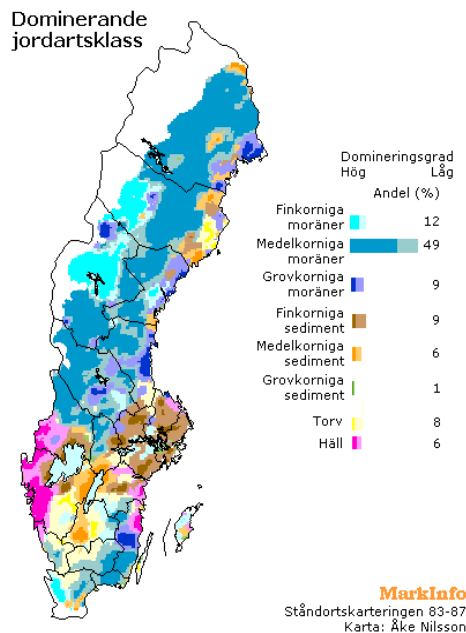
γ = Effektiv skrymdensitet hos jordmaterialet [kg/m³] (Pettersson 2010)

Roadex stress-test

Är en modell framtagen under Roadex-projektet baserad på Odemarks modell för att möjliggöra beräkning av olika däcktryck vid varianter av överbyggnader, undergrunder och styvhet på materialet man använder i dessa (Uleåborg 2013). I modellen finns ett antal olika variabla parametrar: bundna lagrets tjocklek och hårdhet, obundna lagrets tjocklek och hårdhet, undergrundens hårdhet samt däcktyperna "single" och "dual" som man kan variera däcktrycket på. Modellen kräver att man har ett bundet lager överst, vilket kan sättas till 1cm och då motsvarar grusväg utan bundet lager (Uleåborg 2013).

1.6 Jordmekanik

Tryck och mekanisk spänning i vägen mäts i pascal (Pa). En pascal motsvarar 1 Newton/m² (N/m²) (Nationalencyklopedin 2013a). Jordmekanik är den del av geotekniken som främst berör jordens hållfasthets- och deformationsegenskaper. Denna är en central del i beräkningarna för olika dimensionering samt stabilitet av vägslänter (Nationalencyklopedin 2013b). Vid en överbelastning av vägen kan skjuvning uppstå, vilket är när två parallella ytor förskjuts relativt till varandra. I jord och framförallt finkorniga jordar av leror kan närmast cylindriska brottytor uppstå vilket leder till skred, detta motverkas av skjuvspänning som är materialets förmåga att motstå förskjutningen. (Nationalencyklopedin 2013c). Ett grövre material motstår skjuvning bättre och i Sverige är mellan och grovkorniga sandiga-moiga moräner dominerande jordartsklass på ca 58 % av landytan (Figur 3) och alltså vanligast (Markinfo 2007).

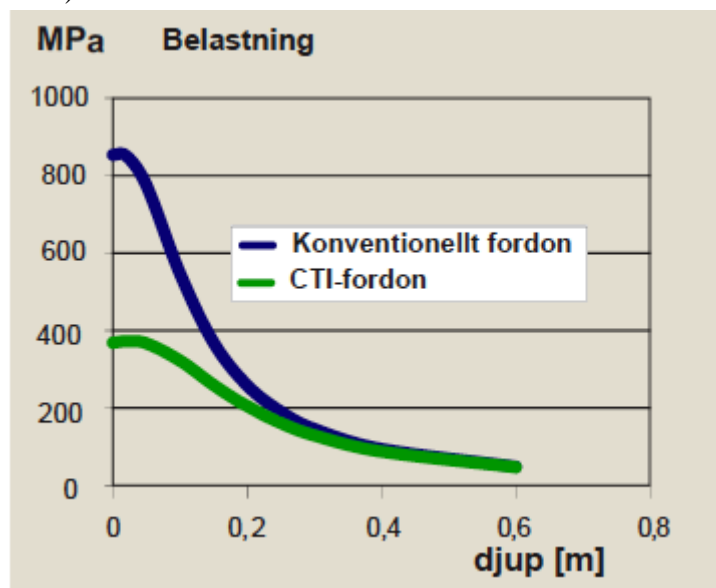


Figur 3. Geografisk fördelning av olika jordartsklasser i Sverige, blå partier visar sandig-moig morän (Markinfo 2007).

Figure 3. Geographical distributions of different earth deposit-classes in Sweden, blue fields shows sandy-silty moraine (Markinfo 2007).

1.7 Inverkan på väggroppen

Kontaktytans storlek mellan däck och marken påverkar vägens översta lager positivt, vilket innebär att ju större kontaktyta desto lägre inverkan. Vägverket har gjort beräkningar som visar på att vid 40 cm djup är effekten av lägre däcktryck försumbar (Figur 4) (Granlund 2006).



Figur 4. Belastning vid olika djup i vägbanan för CTI-fordon (400 MPa) och konventionellt fordon (800 MPa) vid samma axeltryck (Granlund 2006).

Figure 4. Load at different depths in the road structure with CTI equipped truck (400 MPa) and conventional truck (800 MPa) at the same axle load (Granlund 2006).

1.8 Lagbegränsningar

För att få framföra lastbilar med variabelt däcktryck på vägar med lägre bärighet krävs dispens. Föreskrifterna för att få dispens återfinns i vägverkets författningssamling VVFS 2007:3. Dispensen innebär att man får köra på väg i bärighetsklass 2 och 3 trots att gränsvärdena (Tabell 3) för dessa överstigs (VVSF 2007:3). För att få dispens till att köra på vägar med lägre bärighet krävs bland annat att den centrala regleringen kan ställa däcktrycket på samtliga däck, alla axlar utom framaxel skall ha dubbelmontering av hjul samt att däcktrycket inte överstiger en bestämd nivå (VVSF 2007:3).

1.9 Mål

Arbetet syftar till att undersöka under vilka förhållanden som skogsorganisationer använder sig av CTI-teknik vid sina virkestransporter samt att sammanställa deras upplevda för- och nackdelar med denna teknologi. Med hjälp av befintliga kunskaper och en befintlig modell vill vi även belysa vad användning av CTI-teknik har för påverkan på skogsbilvägen.

2 MATERIAL OCH METOD

2.1 Litteraturstudie

Materialet har sökts fram med hjälp av Google Scholar, Web of knowledge och Skogsbibliotekets personal. Den första veckan av arbetet inleddes med litteratursök och inläsning på ämnesområdet, främst befintliga studier på CTI och dess inverkan på vägkroppen, vad som lett fram till dagens dimensionering av skogsbilvägar och om olika modeller för att beräkna tryck och elasticitet. Frekvent kontakt med skogsstyrelsen via mejl och telefon har också varit en central del av vårt informationssökande. Nästa del i arbetet var att sammanställa informationen vi samlat in och sätta den i relevans till det aktuella arbetet för att ge läsaren en förståelse om den grundläggande problematiken kring vägdimensionering och CTI. Samt att ge läsaren en grundläggande förståelse om hur dagens dimensionering av vägar ser ut och vad som lett fram till de rekommendationer som används. Vi ville även presentera de studier som gjorts främst på hur CTI påverkar spårdjupet vid dålig bärighet, för att visa de positiva effekter CTI kan medföra vid dålig bärighet.

2.2 Körning i Roadex stress-test

För att göra en mer objektiv tolkning av intervju svaren gjordes körningar i Roadex stress-test vilken bygger på Odemark för att få några basvärden. 400 kPa är däcktryck för CTI och 800 kPa räknas som normalt däcktryck. Resterande inställningar varierades för att simulera olika förutsättningar för en skogsbilväg. För att bättre förstå testet togs kontakt med stress-testets huvudupphovsman Petri Varin.

2.3 Intervju

För att få en uppfattning om skogsbolagens syn på och användning av CTI följdes litteraturstudien upp med intervjuer. Inledningsvis gjordes ett frågeformulär (Bilaga 1). Det svar som söktes var om organisationerna bygger vägar anpassade för CTI, om de använder CTI och under vilka förhållanden samt deras ambition med tekniken. Telefonintervjuer gjordes med fem inom området kunniga respondenter (Bilaga 2) fyra från skogsbolag, där tre av dessa är bolag med stort eget skogsinnehav och ett köpbolag. En respondent från en skogsägarförening valdes för att få deras syn på CTI. De företag som intervjuades var SCA skog AB, Sveaskog AB, Holmen skog AB och Billerud-Korsnäs. Den skogsägarförening som valdes var Norra Skogsägarna.

2.4 Avgränsningar

Generell

Arbetet berör endast skogsbilvägar, det vill säga vägar utan ett lager av cement eller asfalt överst. I de fall ekonomi berörs kommer generella priser på dessa att användas.

Roadex

I Roadex stress-test kommer endast däcktypen Dual (dubbelmontage) att behandlas. I programmet sker beräkningarna utifrån en hjulbelastning på 50 kN, vilket motsvarar ett axeltryck på 10 ton (Varin m.fl. 2010). I Roadex-körningarna som genomfördes i studien användes ett tryck på 80 MPa för hårdhet på undergrunden, då detta motsvarar ett material av grövre morän.

Intervju

Intervjuerna i studierna har främst fokuserat på stora företag med eget skogsinnehav då dessa är i stort behov att bygga egna vägar och då kanske även CTI-anpassade vägar. För att göra intervjuerna representativa valdes även att ta med ett köpbolag samt en skogsägarförening. Frågorna har begränsats till att endast söka svar på respondenternas erfarenheter av CTI-tekniken, samt deras framtidsutsikter på tekniken.

3 RESULTAT

3.1 Dimensionering

Fördelningen mellan de olika väglklasserna A-D är i dagsläget ungefär: A= 1 %, B=15%, C=60% och D=24%. Andelen C väg minskar sakta och andelen D-väg ökar på grund av bristande underhåll av C-vägar vilka då faller ner till D-väg (Christoffersson 2013). Underhåll av väg är en betydande kostnad för skogsbruket. Ett flertal studier har visat en tydlig skillnad i spårbildning mellan CTI-utrustade bilar och bilar som kör med normalt däcktryck (Granolund 2006; Andersson och Granlund 1994; Granlund m.fl. 1999; Åkerlund 2006). Detta medför lägre kostnad för underhåll då sönderkörning av vägen minskar. Det finns studier som visar på att lägre däcktryck på sönderkörda vägar har "reparerande effekt" på ytskiktet (Granolund 2006).

En anpassning till Terzaghis modell har gjorts för att passa beräkning av lastbilar på väg vid väggkant med olika bred skuldra, det vill säga sidostöd utanför körbanan (Granolund m.fl. 2012). Terzaghis anpassade formel för friktionsjordar är:

$$\frac{Q}{A} = q * N_q + 0,4 * \gamma * B * N_\gamma$$

Där:

A = Area hos "fundamentet" (= B * L), [m²]. "Fundamentet" är det område av undergrunden, vilket belastas av en given last på beläggningens yta

B = Bredd hos "fundamentet" [m]

L = Längd hos "fundamentet" [m]

N_q, N_γ = Bärighetsfaktorer

Q = Last [N]

q = Vertikal effektivspänning i grundläggningsnivå, bredvid "fundamentet" [kPa]

γ = Effektiv skrymdensitet hos jordmaterialet [kg/m³] (Pettersson 2010).

3.2 CTI

Ett flertal studier har gjorts rörande CTI-teknikens påverkan på vägen, dessa har främst inriktat sig på spårdjup och studierna rör därmed ytskiktet (Bradley 1996; Granlund 2006). Genom att man med CTI ökar tillgängligheten räknar man på att besparingar kan göras såväl genom möjligheten att lasta fullt vid dålig bärighet (Granolund m.fl. 1999), genom att bygga vägar med tunnare överbyggnadslager (Byström 2013, Yring 2013) samt möjlighet till minskad lagerhållning av virke (Hell 2011). Studier från Skogforsk har även visat att dragkraften ökar vid användning av CTI (Andersson & Granlund 1998). Andersson och Granlund konstaterar att man bör kunna reducera vägens överbyggnadstjocklek med 25-50% (Andersson och Granlund 1994). Det finns även teoretiska modeller för beräkning av vägens

hållfasthet (Uleåborg 2013). Detta kan medföra problem då man inte vet hur en nerdimensionerad överbyggnad på längre sikt påverkar vägens undergrund, då det medför ökad fuktnedträngning i vägkroppen (Per Hallgren 2013). Skogsstyrelsens anvisningar för dimensionering av överbyggnad är baserade på erfarenhetstal och är ej vetenskapligt belagda.

3.3 Roadex

Huvudupphovsmannen Petri Varin (Varin m.fl. 2010) gav följande förklaring av modellen:

Däcktyp: Single är ett enkelmonterat däck på hjulaxeln och är relativt nytt i skogsindustrin, dual är en vanlig parmonterad lastbilsaxel.

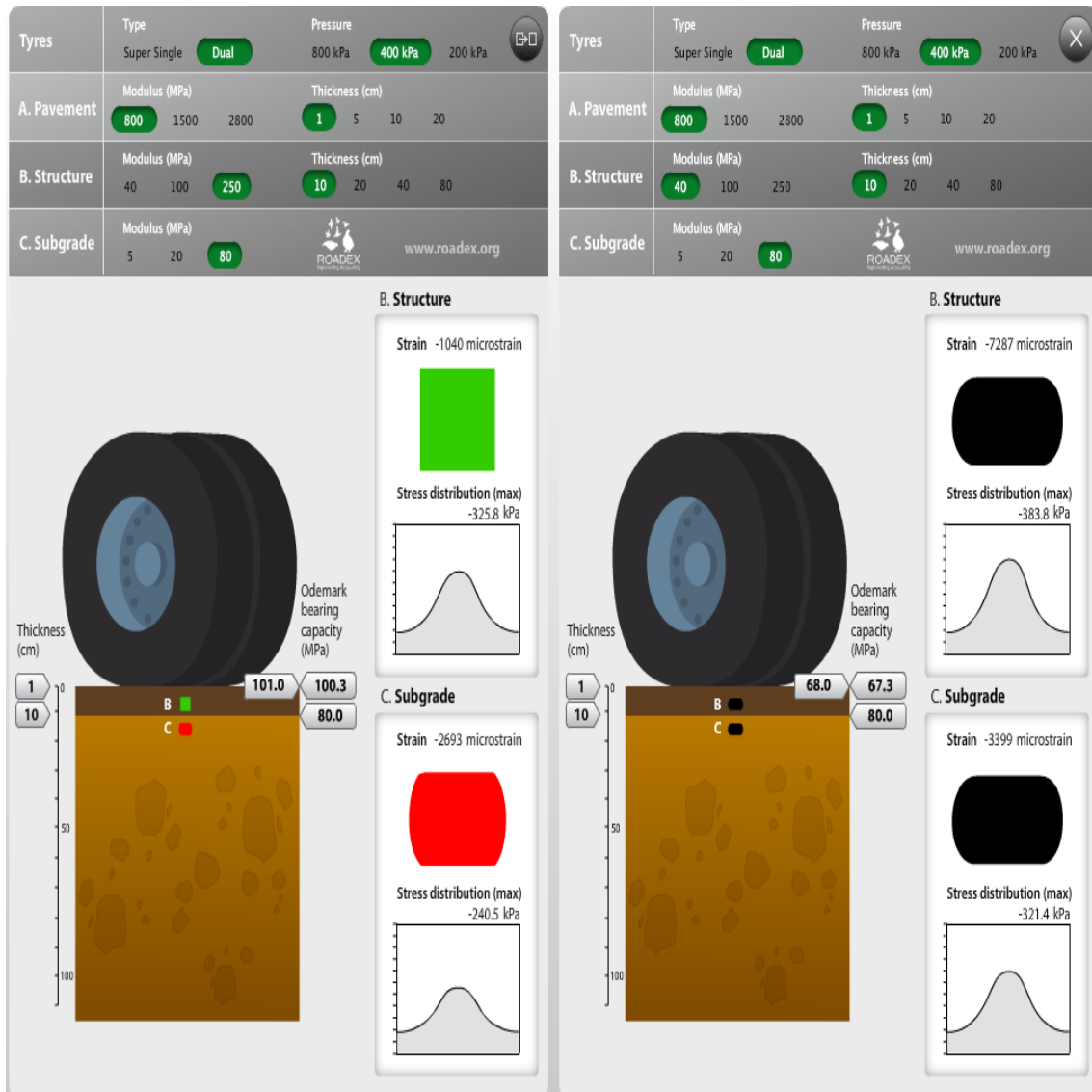
Däcktryck: Däcktrycket kan varieras mellan 800 kPa som är normalt däcktryck för en standardbil, 400 kPa är normalt CTI-tryck vid körning på grusväg och 200 kPa är nödtryck.

Bundet lager: Valbart här är lagrets tjocklek och materialets hårdhet. Tjockleken delas upp i: 1 cm vilket motsvarar grusväg utan bundet lager, 5 cm är ett tunt lager, 10 cm är genomsnittlig normal tjocklek och 20 cm som är ett tjockare bundet lager. Vad gäller hårdheten är den uppdelad på: 800 MPa är för lager av dålig kvalitet med utmattningssprickor 1500 MPa är för gammalt bundet lager med mindre skador och 2800 MPa är för nylagt bundet lager av god kvalitet.

Obundet förstärkningslager: Valbara hårdheter är: 40 MPa vilket motsvarar ett material av dålig kvalitet, 100 MPa motsvarar ett material av måttlig kvalitet och 250 MPa motsvarar ett material av god kvalitet. De olika överbyggnadstjocklekarna är 10 cm, 20 cm, 40 cm och 80 cm. I Sverige är normalt överbyggnaden mellan 5-40 cm (Tabell 1) beroende på underliggande material (Gunnarsson m.fl. 2011).

Undergrundsmaterial: Valbara hårdheter är: 5 MPa vilket motsvarar svag undergrund av exempelvis mjuk lera eller blöt silt, 20 MPa vilket motsvarar måttlig undergrund av exempelvis torr silt eller blöt siltig morän samt 80 MPa vilket motsvarar bra undergrund av exempelvis grus eller grövre morän. I modellen förklaras att ett lagers stress, det vill säga hur stor sannolikheten är att vägen ska fallera kodas med färger. Kodningen är: Grön = låg påfrestning, vägen håller under normala förhållanden, Gul = måttlig påfrestning, vägen bör hålla under normala förhållanden, Röd = hög påfrestning, vägen kommer sannolikt fallera under normala förhållanden och Svart = extrem påfrestning, vägen fallerar under normala förhållanden. Utifrån ovanstående har vi valt att hålla undergrunden på 80 MPa för att det motsvarar grövre moräner.

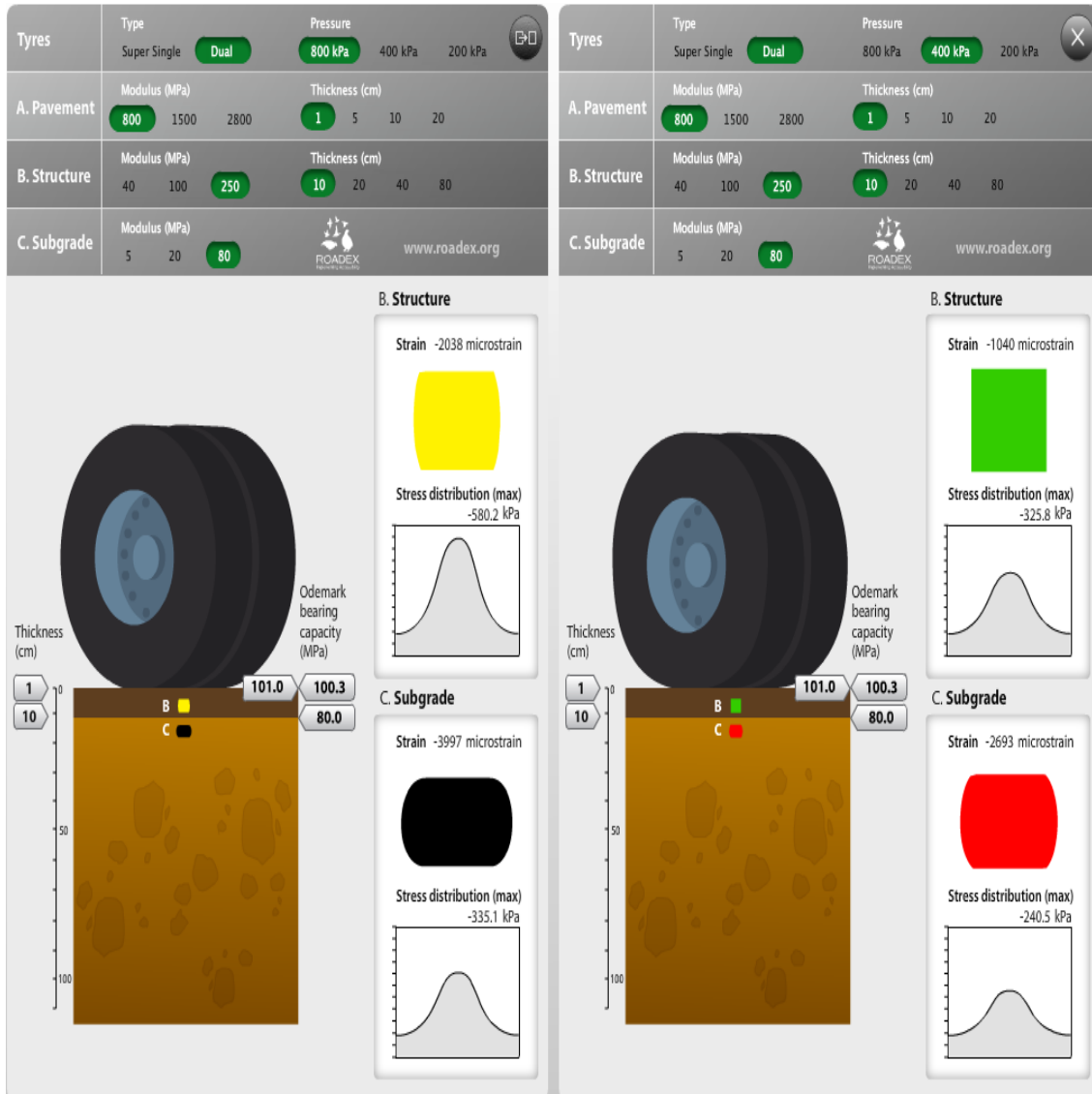
Vid för låga hårdheter på materialen i överbyggnad och undergrund fallerar vägen. Är vägen för dåligt dimensionerad kan den falla även med CTI-teknik (Figur 5). Överbyggnaden klarar belastningen om man använder ett hårdare material (250 MPa), men överbyggnadens låga dimensionering (10 cm) innebär att vid såväl 40 MPa och 250 MPa löper undergrunden hög risk att falla.



Figur 5. Effekter av överbyggnadens hårdhet vid 250 MPa och 40 MPa på vägkroppen, allt annat lika (Uleåborg 2013).

Figure 5. Effects of structure hardness at 250 MPa and 40 MPa on the road structure, ceteris paribus (Uleåborg 2013).

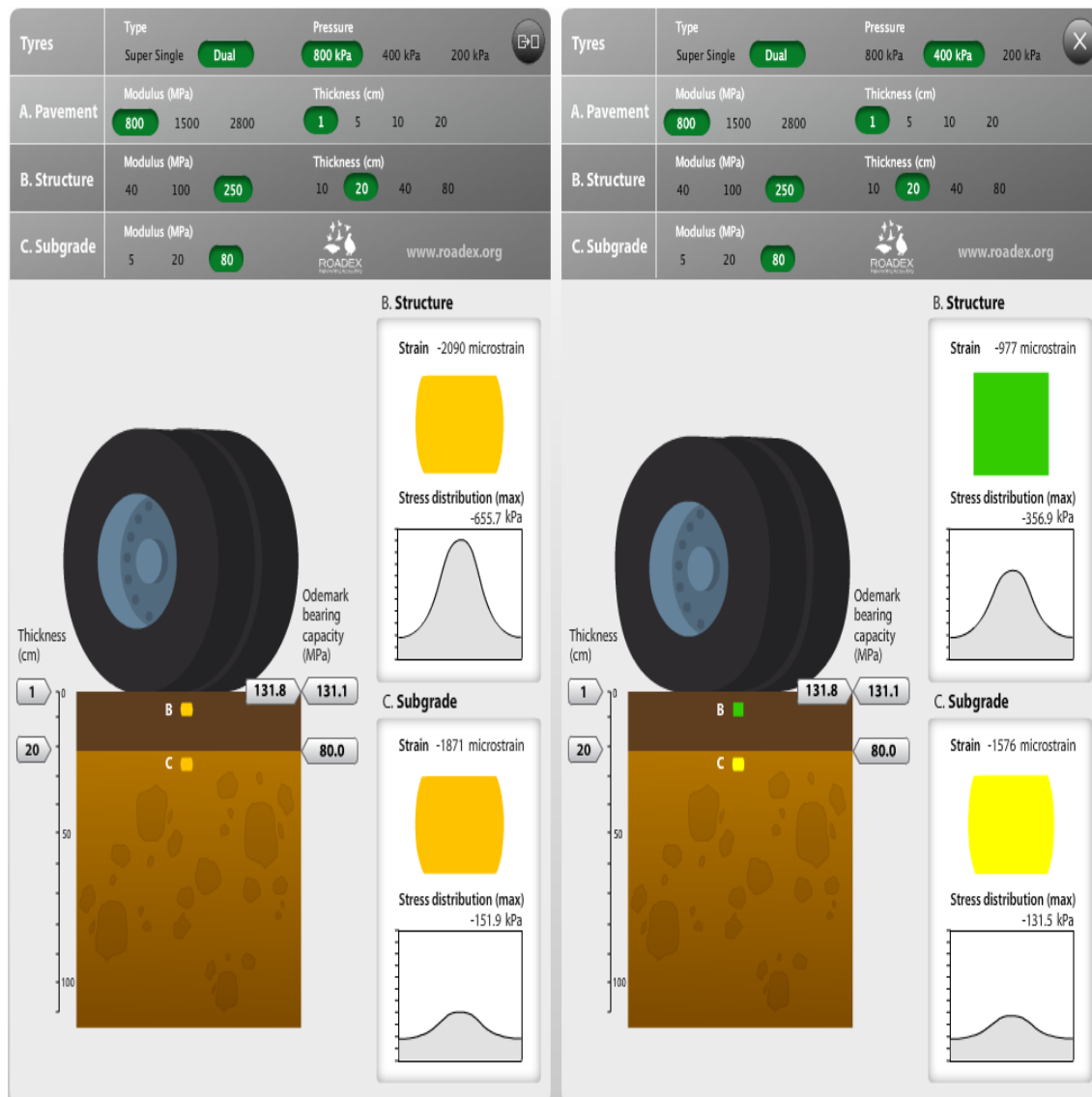
Skillnaden mellan normalt däcktryck för standardbil (800 kPa) och normalt däcktryck för en CTI-utrustad bil (400 kPa) (Figur 6) allt annat lika. Både vid 400kPa och 800 kPa kommer undergrunden att falla, dock löper överbyggnaden låg risk att falla vid 400 kPa däcktryck och hög risk vid 800 kPa däcktryck under normala förhållanden. Det Figur 6 även visar på är att förändringen i påfrestning är stor i överbyggnaden men avtar på djupet i vägkroppen.



Figur 6. Effekter på vägkroppen givet 800 kPa och 400kPa, allt annat lika (Uleåborg 2013).

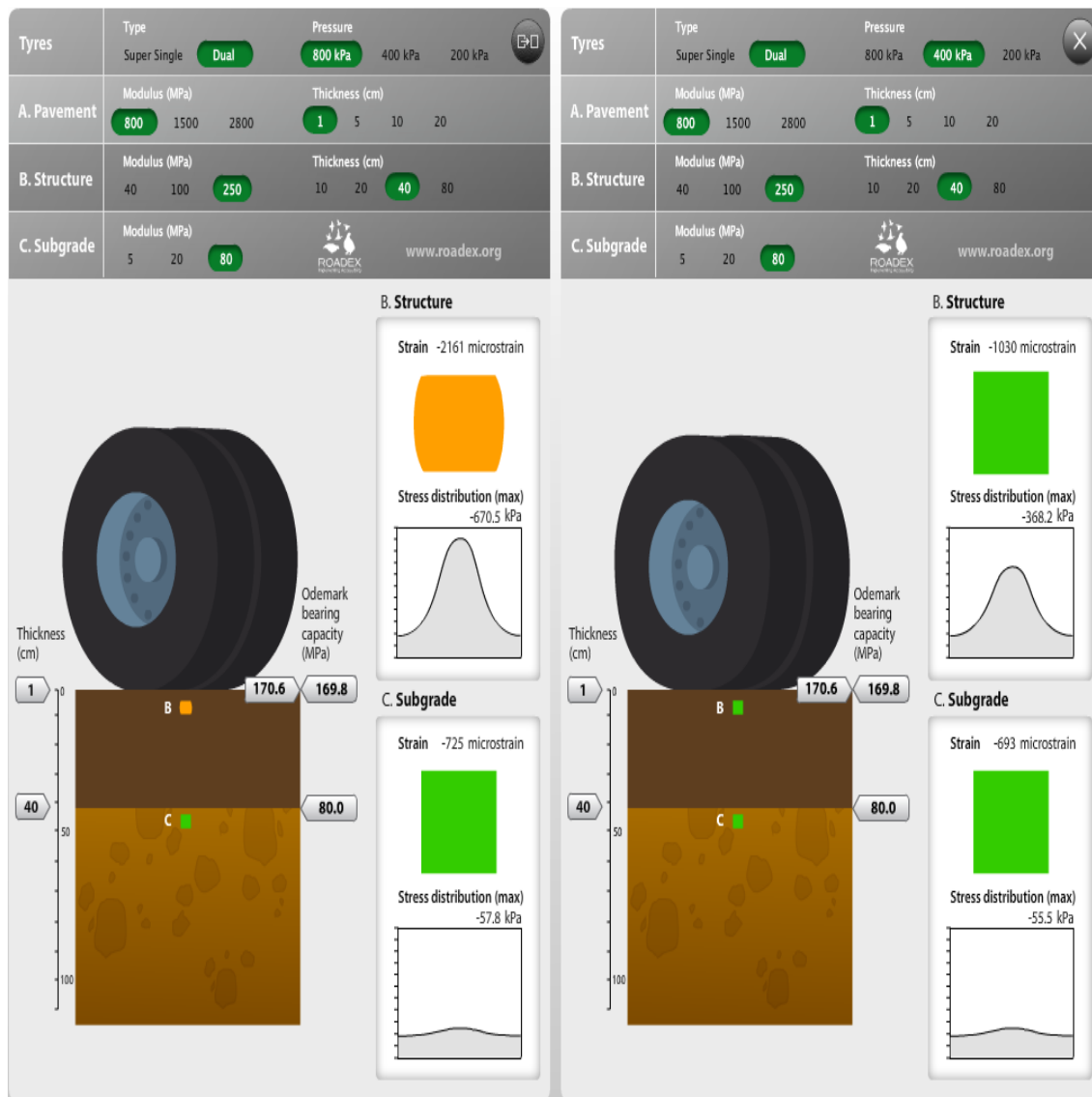
Figure 6. Effects on road structure given 800 kPa and 400kPa, ceteris paribus (Uleåborg 2013).

En lastbil med CTI-däcktryck (400 kPa) skonar vägens övre lager till skillnad från en bil med normalt däcktryck (800 kPa) (Figur 7). Under normala förhållanden löper undergrunden en måttlig risk att falla vid 400 kPa. Vid 800 kPa löper såväl överbyggnad som undergrund större risk att falla.



Figur 7. Vägkroppens hållfasthet med 20 cm överbyggnad vid 800 kPa och 400 kPa däcktryck (Uleåborg 2013).
Figure 7. The roads structural strength by 20 cm structure at 800 kPa and 400 kPa tire pressure (Uleåborg 2013).

Vid 40 cm tjocklek på överbyggnaden kommer såväl överbyggnad som undergrund hålla vid 400 kPa däcktryck. Vid 800 kPa löper överbyggnaden risk att falla även under normala förhållanden (Figur 8). Här är skillnaden i påfrestningen på undergrunden marginell vid de två olika däcktrycken.



Figur 8. Vägkroppens hållfasthet med 40 cm överbyggnad vid 800 kPa och 400 kPa däcktryck (Uleåborg 2013).
Figure 8. The roads structural strength by 40 cm structure at 800 kPa and 400 kPa tire pressure (Uleåborg 2013).

3.4 Intervjuer

I följande redovisas intervju svaren från SCA, Holmen, Sveaskog, Billerud-Korsnäs och Norra Skogsägarna i sammanfattad form. Mer utförligt finns intervjuerna i Bilaga 2

SCA: SCA är i dagsläget det enda företaget som bygger CTI-anpassade vägar, detta utifrån erfarenhetstal. De har inte gjort några studier på hur ner-dimensioneringen av vägen fungerar. SCA nyttjar även CTI-bilar på det ordinarie vägnätet under hela året, tekniken nyttjas främst under förfallsperioden och detta är något dom finner fungera tillfredställande. Utförandet på deras CTI-anpassade vägar är en väg med 60 % av den rekommenderade överbyggnadsmängden och materialet är det samma som för en vanlig väg. Detta mått har de fått fram genom erfarenhet och kan alltså kanske reduceras ytterligare. Huvudanledningen till omdimensioneringen av överbyggnaden är att minska kostnaden vid nybyggnation av väg och att säkra virkesflödet (Tabell 5).

Holmen: Holmen bygger i dagsläget inte CTI-anpassade vägar, främst då de bedömer att deras beslutsunderlag för effekter på vägkroppen är för litet. En annan anledning är att de anser det saknas information om var i geografin dessa vägar skall placeras. Detta är något de jobbar på och har för avsikt att bygga CTI-vägar om resultatet visar sig vara positivt. Beräkningar av vilka gränser som skulle kunna finnas har inte gjorts utan bara rena spekulationer. I dagsläget bygger Holmen vägar enligt Skogsstyrelsens anvisningar. Frågetecken finns också kring vilka material de eventuellt ska använda vid en omdimensionering. De kör CTI-bilar på det ordinarie vägnätet där det är tillåtet och främst i situationer då de köper virke och är måna om att skona en enskild väghållares eller vägsamfällighets väg från sönderkörning. Körning på det ordinarie vägnätet görs året runt men tekniken nyttjas främst under förfallsperioden.

Sveaskog: Sveaskog bygger ej CTI-anpassade vägar men nyttjar sig av CTI på det befintliga vägnätet. Främst används de till köpposter där det är för att inte köra sönder privata vägar. Sveaskog har valt att inte fokusera på att bygga CTI-vägar utan arbetar istället mot att maximera sin CTI-bilsflotta och förbättra bärigheten på befintligt vägnät. Idag har ca 65 % av Sveaskogs vägar C- och D-bärighet och för att öka tillgången på virke vill de förbättra dessa. De anser att om man bygger lägre dimensionerade vägar så har man inga marginaler att klara sämre tjallossningsperioder och ökade medeltemperaturer. Sveaskog ställer sig även tveksamma till de eventuella besparingar som kan göras med CTI-anpassad dimensionering.

Billerud-Korsnäs: Billerud-Korsnäs bygger i dagsläget inga CTI-anpassade vägar och har endast en CTI-utrustad bil i drift på det ordinarie vägnätet som går i projekt med skogsåkarna. De har inga egentliga erfarenheter av tekniken och trycker i dagsläget inte på sina åkare att skaffa fler CTI-bilar.

Norra Skogsägarna: Norra Skogsägarna bygger ej CTI-anpassade vägar, men de nyttjar sig av bilar utrustade med CTI under hela året, tekniken används främst vid förfallsperioder och regniga perioder under sensommar och höst. Inom Norra Skogsägarna har det förts

diskussioner om byggnation av CTI-anpassade vägar, men man anser att man har för litet skogsinnehav. Istället försöker man marknadsföra tekniken mot medlemmarna och nyttja den vid köpposter (Tabell 5).

Tabell 5. De mest frekvent besvarade frågorna av respondenterna i undersökningen om CTI-användning

Table 5. The most frequently answered questions of the survey respondents for CTI use

Företag	Holmen Skog	SCA	Sveaskog	Billerud Skog	Norra Skogsägarna
1. Bygger ni CTI-anpassade vägar?	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej
2. Kör ni CTI-bilar på lägre klassade vägar på det ordinarie vägnätet?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
3. Under vilka förhållanden kör ni dessa bilar på ordinarie vägnät?	BK2, BK3, väg med dispens för CTI eller vid krav av markägaren.	Under alla förhållanden men främst under tjällossning och regniga perioder	—	Tjällossning och på s.k. besparingsvägar	Hela året men främst under tjällossning, sensommar och höst
4. Fungerar detta tillfredställande?		Ja	Ja	Vet ej	Ja
10. Har ni funderat på att bygga CTI-anpassade vägar?	Ja	—	Nej	Nej	Nej, diskussion förs men inget beslutat än
11. Varför bygger ni inte CTI-anpassade vägar?	Ej tillräckligt besluts-/dataunderlag	—	Ambitionen ligger åt andra hållet, dvs. bygga bättre vägar och förlänga tillgängligheten med CTI.	—	Lite egen skog och litet eget vägnät.

4 DISKUSSION

4.1 Allmänt

Vår tanke från början av arbetet var att jämföra Roadex stress-test med en egenbyggd modell för vägdimensionering. Då det visade sig att det krävs mätning i fält för att konstruera en egen modell lade vi ner denna tanke. Istället valdes att fokusera på att utreda organisationers användning och erfarenheter av CTI samt om de bygger CTI-väg. Anledningen till våra val av respondenter berodde på följande: de stora skogsbolagen är mest sannolika kandidater för att bygga egna vägar, för att få en bättre helhetsbild över användandet av CTI i skogsbruket valdes ett köpbolag och en skogsägarförening för jämförelse.

Beträffande ekonomin har vi valt att inte göra någon noggrannare genomgång, så de priser som nämns är i generella termer. Då priserna snabbt blir inaktuella och oftast bara gäller för den organisation som upphandlade dessa samt att det finns få publicerade uppgifter om priser. Dock kan vi konstatera att det innebär en stor merkostnad att inte underhålla vägar eller låta dessa köras sönder under förfallsperioder.

4.2 CTI

Det finns studier av bland andra Granlund (2006), Bradley (1996) samt många års praktisk erfarenhet som stöder vårt resultat rörande CTI-teknikens effektivitet. Den svenska andelen studier är dock relativt liten och har gjorts av ett fåtal personer som kan ämnet. Faktum kvarstår dock att de redovisade effekterna bara sträcker sig mindre än en halvmeter ner i väggroppen (Granlund 2006). En grundligare utredning om effekterna bör göras för att få en förståelse för vad en omdimensionering mot CTI-anpassad väg kan ha för effekter på väggroppen under dess beräknade livstid. En kunskapslucka finns, framförallt om hur en lägre dimensionering av överbyggnaden påverkar skjuvning och materialförflyttning i väggroppen. Odemarks och Terzaghis formler kan kanske besvara dessa frågor även om ingen utförlig undersökning av detta gjorts ännu. Samtidigt bör en lägre överbyggnad öka risken för att fukt tränger ner i undergrunden och på så sätt påverkar materialets beteende vid belastning.

En slutsats vi kan dra utifrån våra intervjuer är att skogsnäringen ställer sig positiv till att använda CTI-bilar för att forsla ut virke och för att säkerställa ett jämnare virkesflöde. Kunskaperna och användningen varierar mycket mellan olika organisationer. Billerud-Korsnäs har till exempel endast en bil utrustad med CTI och de gör inte någon uppföljning av hur detta fungerar. SCA har den största flottan med CTI-bilar och är det enda företaget i dagsläget som riktat in sig på att bygga CTI-anpassade vägar med mindre överbyggnad.

4.3 Körningar i Roadex

Vad gäller skjuvning i horisontellt plan och dikeskantens hållfasthet, berörs detta ej i Roadex stress-test men påverkar sannolikt skogsbilvägars hållfasthet i hög grad. Främst då skogsbilvägar ofta är smala, med liten eller ingen stödremsa på sidorna. Något som i vår litteraturstudie visat sig väldigt viktigt främst vid framförandet av tyngre fordon på det allmänna vägnätet och vi antar att samma gäller skogsbilvägar.

Roadex är som tidigare nämnt baserat på Odemarks formler som är allmänt accepterade, det finns dock ingen jämförande data för att utvärdera modellens riktighet. Ett alternativ till Odemarks formel är Terzaghi. Detta främst då dessa tar hänsyn till olika variabler och eventuellt ger olika resultat. Utifrån den information vi samlat in verkar Roadex stress-test ge rimliga värden. Något som skulle vara av stort värde är att man i modellen tillåts göra finjusteringar, i form av mindre hopp på kanske 5 cm i överbyggnadstjocklek och steglös variation på materialets hårdhet. Detta för att bättre kunna jämföra mot det lokala materialet, på den region eller motsvarande som man vill göra beräkningar för.

4.4 Intervjuer

Vi hade endast fem respondenter till våra intervjuer, men dessa var kunniga inom området och svarade ingående på våra frågor. Klart är att en större studie skulle ge ett mer djupgående datamaterial att arbeta utifrån.

Något som står klart är att SCA räknar med att kunna göra besparingar samt öka tillgängligheten, genom att bygga CTI-vägar. Det är dock oklart om de gjort kalkyler på den långvariga vinsten av detta. Holmen har för avsikt att undersöka effekterna av CTI-dimensionering. Är dessa resultat positiva kommer även de att bygga CTI-vägar. Sveaskog bygger inte CTI-vägar och har inte den avsikten, utan har istället valt att rikta in sig på att försöka förbättra befintligt vägnät. I kombination med detta utökar de även flottan med CTI-utrustade lastbilar. Detta för att säkra virkesflödet och minska sönderkörningen även under sämre förhållanden.

Värt att anmärka här är skillnaden mellan SCA och Sveaskogs inställning till tekniken. SCA väljer att bygga vägar med mindre förstärkningslager för att spara pengar och Sveaskog väljer att försöka maximera antalet CTI-bilar på det ordinarie vägnätet för att säkerställa att man alltid ska kunna få ut virke under närmast vilka förhållanden som helst. Att man genom detta kan minimera lagren vid terminal och istället fokusera på att leverera begärda mängder på utsatt tid.

Vad gäller Roadex stress-test finns i stort inget som talar emot modellens riktighet. Vid våra körningar har en ner-dimensionering av 50 % på överbyggnaden som resultat att: en viss risk för sönderkörning uppstår, alltså att risken är liten men finns där. Vilket kan sägas har visst stöd ur praktiken genom SCA:s erfarenhetstal som säger att en reducering av givan med 40 % ger en väg som håller att köra på. Idag finns inget beräkningsunderlag som motiverar varför dimensioneringen av svenska skogsbilvägar är som det är utan bara erfarenhetstal som inte ändrat sig under de senaste tre decennierna. Detta är något som potentiellt utgör ett problem när man nu funderar på att dimensionera om vägarna för CTI. Något som skulle kunna innebära att om man redan i ordinarie dimensionering är på gränsen, kan omdimensionering av vägar medföra oönskade konsekvenser.

Vi kan efter detta arbete konstatera att stor del av Sveriges skogsorganisationer är väl medvetna om CTI-tekniken och att SCA har tagit steget till att bygga vägar anpassade för CTI. Variationer i de andra organisationernas ambitionsnivå och inställning kan antas bero dels på andelen eget markinnehav men även vilken attityd man har till att bygga vägar av en lägre standard i ett klimat som antas bli varmare för varje år. Även om mer arbete återstår så ser vi att det finns tydliga vinster att göra med CTI-tekniken, oavsett om man väljer att bygga speciella CTI-vägar eller nyttja tekniken på sitt befintliga vägnät.

5 REFERENSER

- Alzubaidi, H. (1999). Drift och underhåll av grusvägar - litteraturstudie, VTI meddelande 852, nytryck 2010. Linköping. 230 s.
- Andersson, G. & Granlund, P. (1994). Lätta på trycket med CTI. Resultat nr. 3, 1994. Skogforsk, Uppsala. AB Primo, 4 s.
- Andersson, G. & Granlund, P. (1998). CTI på virkesfordon ger bättre framkomlighet och större dragkraft. Resultat nr. 2, 1998. Skogforsk, Uppsala. AB Primo, 4 s.
- Andersson, G. & Westlund, K. (2008). Vägstandardens inverkan på skogsnäringens transportarbete. Arbetsrapport från Skogforsk nr. 662. Uppsala, 64 s.
- Anon, (2012). Lasta lagligt - Vikt- och dimensionsbestämmelser för tunga fordon. Transportstyrelsen, 28 s.
- Anon, (2011). Skogsindustrin - En faktasamling. Skogsindustrierna. Brommatryck & Brolins, 60 s.
- Anon, (2011). TRVK Väg - Trafikverkets tekniska krav Vägkonstruktion. Trafikverket, TRV 2011:072, 90 s.
- Arvidsson, P.-Å. & Holmgren, M. (1999). Vägstandardens inverkan på skogsnäringens transportarbete och försörjning av högkvalitativa råvaror, Skogforsk 1999:433, Uppsala.
- Bjurulf, A. & Nordmark, U. (1994). Vägstandardens inverkan på skogsindustrins råvara, Skogforsk, Uppsala.
- Boussinesq, J. (1885). Application des Potentiels à l'Équilibre et Mouvement des Solides Élastiques. Paris.
- Bradley, A. (1996). Trial of a central tire inflation system on thawing forest roads. Technical report tr 116. Forest Engineering Research Institute of Canada, 25 s.
- Burmeister, D. M. (1945) The general theory of stresses and displacements in layered systems. Journal of Applied Physics, Vol. 16, Feb 1945.
- Byström, J. (2013). Holmen. Muntlig källa, [2013-03-25]
- Christoffersson, P. (2013). Skogsstyrelsen. Muntlig källa, [2013-04-08].
- Eriksson, H (2007) Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar. Rapport 2007:8. SJV Jönköping, 58 s.
- Granlund, J., Pettersson, S. & Jansen, J. (2012). Vägars bärighet nära vägkanten – Nordisk metod för objektiv värdering. NVF Rapport nr. 04/2012. Företag 2012. Borlänge, 29 s.
- Granlund, P., Eliasson, T. & Ersson, B. (1999). Bra affär med CTI på virkesbilen. Resultat nr. 4, 1999. Skogforsk, Uppsala. AB Primo, 4 s.
- Granlund, P. (2006). CTI på virkesfordon. Skogforsk. 59 s.
- Granlund, P. (2006). Fem miljoner kilometer med CTI. Resultat från Skogforsk nr. 10, 2006. Skogforsk, Uppsala. AB Primo, 4 s.
- Gunnarsson, S., Christoffersson, P., Hallgren, P. (2011). Anvisningar för projektering och byggande av skogsbilvägar klass 3 och 4. Skogsstyrelsen, 19 s.
- Gunnarsson, S. (2013). Skogsstyrelsen. Muntlig källa, [2013-04-05]
- Hallgren, P. (2013). Skogsstyrelsen. Muntlig källa, [2013-03-20]
- Hell, M. (2011). Geografisk prioritering av CTI-utrustad virkestransportkapacitet. SLU, Umeå. 27 s.

- Nationalencyklopedien, (2013). [Online] Tillgänglig:
- a. <http://www.ne.se/lang/pascal/280471> [2013-04-02]
 - b. <http://www.ne.se/lang/jordmekanik> [2013-03-26]
 - c. <http://www.ne.se/lang/skjuvning> [2013-04-03]
- Odemark, N. (1949). Undersökning av elasticitetsegenskaperna hos olika jordarter samt teori för beräkning av beläggningar enligt elasticitetsteorin. Statens väginstitut, meddelande nr. 77. Stockholm, 104 s.
- Petterson, S. (2010). Vägkantens sidostöd - metod för objektiv värdering. Vectura, 22 s.
- Roadex, (2013). Pilotprojekt [Online] Tillgänglig:
<http://www.roadex.org/index.php/background/roadex-pilot-project> [2013-03-12 13:19]
- Skogforsk (2013). *Skogsbilväg*. [Online] Tillgänglig:
<http://www.skogforsk.se/KunskapDirekt/KraftsamlingSkog/Verktygsladan/Skogsbilvag/>
[2013-03-18]
- Skogsstyrelsen, (2013). *Skogsbilväg*. [Online] Tillgänglig:
<http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skota-skog-/Skogsbilvagar/>
[2013-03-14]
- Ståndortskarteringen (1983-1987). *Dominerande jordartsklasser*. [Online] Tillgänglig:
<http://www-markinfo.slu.se/sve/mark/jart/jartdom.html> [2013-03-26] [2013-03-21]
- Uleåborg, (2013). Roadex stresstest [Online] Tillgänglig:
http://www.uleaborg.com/roadex_stress/roadex.html [2013-03-12 13:28]
- Varin, P., Juujärvi, E., Kolisoja, P. & Saarenketo, T. (2010). The Roadex pavement stress and strain calculation demo, v. 1.3. The ROAD EX IV Project, 11 s.
- Vägverkets författningssamling, (2007). VVFS 2007:3, 16 s.
- Yring, D. (2013). SCA. Muntlig källa, [2013-03-21].
- Åkerlund, M. (2006). Utvärdering av CTI på timmerfordon - CTI-projekt Holmen Skog/Örnfrakt 2005-2006. SLU, Umeå. 53 s.

6 BILAGOR

Bilaga 1

Intervjufrågor

Företag:

Befattning:

Namn:

1. Bygger ni CTI-anpassade vägar?

JA NEJ

2. Kör ni CTI-bilar på lägre klassade vägar på det ordinarie vägnätet?

3. Under vilka förhållanden kör ni dessa bilar på ordinarie vägnät?

4. Fungerar detta tillfredställande?

Om JA på fråga 1 hoppa annars till fråga 10

5. Hur ser utförandet på dessa ut?

6. Hur har ni kommit fram till detta resultat?

7. Fungerar eran dimensionering?

JA NEJ

8. Har ni gjort några anpassningar vid materialval rörande hårdheten?

9. Vad är anledningen till att ni dimensionerar om?

Om NEJ på fråga 1:

10. Har ni funderat på att bygga CTI-anpassade vägar?

JA NEJ

Om JA på frågan ovan

11. Varför bygger ni inte CTI-anpassade vägar?

12. Har ni räknat på vilka gränser ni skulle kunna vara begränsade till?

13. Har ni några teorier kring vilka gränser ni skulle vara begränsade till?

14. Hur har ni kommit fram till dessa resultat?

15. Var ligger dessa begränsningar?

Tack för att NI tog er tid att svara på våra frågor!

Bilaga 2

Företag: Holmen Skog

Befattning: Verksamhetsutvecklare transporter och vägar

Namn: Jonas Byström

1. Nej

2. Ja, det gör vi.

3. Ja, vi kör på nedklassade vägar som är tillåtna, där det är tillåten att framföra CTI-bil. Alltså till exempel en BK2 eller BK3 som är tillåten att köra CTI-bilar men inte bilar utan CTI. Det är då vi använder CTI utrustningen. Liksom användas och sätts på. Det är vid dom tillfällena eller på vägar där vi har dispens att köra CTI-fordon. Men inte bil utan CTI av den enskilda väghållaren eller vem det nu är som har väghållningen.

4. -

5. -

6. -

7. -

8. -

9. -

10. Ja det har vi gjort, seriösa funderingar att bygga skogsbilvägar i så kallat CTI-utförande

11. För tillfället tycker vi inte att vi har tillräckligt bra beslutsunderlag för att möta hur man ska bygga dom här CTI-vägarna och var man ska bygga dem. Så att vi arbetar rätt intensivt med att samla data kring hur och var vi ska bygga CTI-vägarna. För att ha bra beslutsunderlag vad den totala nyttan är, hur mycket vi kan effektivisera verksamheten genom att bygga CTI-vägar. Då tycker vi det är bättre att göra en kartläggning med beslutsunderlag innan vi börjar med någonting så vi inte bara startar upp med någonting utan att veta vad vi gör egentligen.

12. Inte än, men det är någonting vi kommer att göra. Kommer att bli ??? och analyser på hur och var. Men det är ingenting som är gjort förutom enskilda tankar.

13. Ja det har vi och jag funderar på om jag tolkar frågan rätt, men jag svarar så får ni styra mig på en annan tolkning om det skulle vara så. Egentligen är det väl som så för att veta var vi ska bygga CTI-vägar bör vi identifiera var vi har nuvarande flaskhalsar och var vårt vägnät anslutar till mer eller mindre bra allmänna vägar så att vi inte så att säga bygger vägar av bättre standard där dom ansluter till en allmän väg av sämre standard då har ju inte vi fått ut någonting av våran ???. Och likadant att har man väldigt bra allmän vägstandard som ansluter till vårt vägnät då kanske man kan se till att det är strategiskt och tekniskt viktigt att bygga en egen väg med bra standard och tillgänglighet. Men så att vi försöker identifiera var i geografin det ska passa bäst. Inte ?????

Rent dimensioneringsmässigt vilka gränser?

Nej det har vi inte, vi bygger enligt skogsstyrelsen anvisningar för dimension av skogsbilväg och använder deras klassning A-D väg. Och i vårt fall funderar vi kring att det vi kommer kalla CTI-väg kommer vara främst D väg eller kanske ännu sämre standard eller hur jag ska beskriva. Då är väl frågan hur mycket material man ska använda för att konstruera vägen.

14. -

15. -

Företag: SCA Skog
Befattning: Vägansvarig
Namn: Daniel Yring

1. Ja

2. Ja

3. Ja egentligen under alla förhållanden men främst under tjällossning och regnperioder och liknande. Men dom används ju under hela säsongen.

4. Ja det gör det

5. Ja det enda som skiljer från dom vanliga vägarna är att vi dimensionerar ner överbyggnadsmängden.

Hur mycket?

Om vi tänker oss att vi har en vanlig väg ock så gör vi en motsvarande för CTI-bruk så lägger vi på ca 60 % av överbyggnadsmängden

6. Det är erfarenhetstal.

7. Ja, men som jag sa sist, vi kan ju vara över mål, det kanske räcker med 50 %

8. Nej vi har samma material

9. För att spara pengar och säkra flödet förstås. Alltså behålla ett säkert virkesflöde med en lägre överbyggnadsmängd vilket innebär en lägre kostnad också.

10. -

11. -

12. -

13. -

14. -

15. -

Företag: Sveaskog förvaltnings AB
Befattning: Vägspecialist
Namn: Karl-Åke Kjellberg

1. Nej

2. Ja, jag kan inte säga hur många bilar vi har i dagsläget men vi kör ju ett antal CTI-bilar, dels då på dom här lägre klassade vägarna men det är väldigt mycket på köpposter där vi köper virket av privata skogsägare och inte ska köra sönder, då använder vi CTI-bilarna. Så är det.

3. -

4. -

5. -

6. -

7. -

8. Nej

9. Ambitionen för oss är ju att jobba åt andra hållet. Att vi har ju alltså ungefär 65 % av vägarna vi har är ju C och D bärigheter och vi vill ju öka tillgängligheten på vårt virke, alltså sälja ett bättre leveransband till våra kunder och då försöker vi lyfta, lägga oss på C istället. CTI det är ju jättebra men vi har inte gått så långt som SCA och bygger sådana vägar. Det betyder att man skulle försöka lägga på lite mindre och dimensionera ner lite gran och då tycker vi att vi inte har några marginaler. CTI är helt klart jättebra och vi håller på att utöka den flottan med bilar så det kommer bli fler och fler.

Du har pratat med Thomas om det här antar jag?

Mest med Daniel Yring.

Vi vet väl inte än hur det där fungerar, det vet man väl först efter ett antal år. När man har använt vägar med olika väderlek och vårar. Eftersom vi har så stor andel C vägar i vägnätet och klimatet ändras ju och vi får sämre och sämre vintrar framförallt söderut bergslagen och Mälardalen. Kan vi då använda CTI så ökar vi tillgängligheten i vägnätet, vi kör inte sönder. Vi kör ju ganska mycket på andras vägar, vägsamfälligheter och vi kan ju bli stoppade om vi inte har bilar som är anpassade för sånt. Så det är liksom ett ??? Sen kan det väl hända att om det visar sig att bygga CTI-vägar fungerar bra, men jag tror inte man sparar så jättemycket pengar heller. Jag vet inte hur mycket grus man lägger på för att få till en CTI-väg på en moig morän? Kanske bara 5 cm. Jag pratar ju mycket med Thomas men just det här har jag inte varit intresserad av att fråga om. Åke sa in med så mycket såna här bilar som möjligt då vi köper ca 2 Milj kubik skog från privata skogsägare varje år och då är det ju bara såna här vägar som är väldigt dåliga, ytterst få är bra och då vill man ju gå in med en CTI-bil och plocka ut utan att göra skador för kör vi sönder måste man ju reparera och det blir ju en kostnad till på avverkningen. Och risken är ju att det blir ganska stora kostnader om man har otur med väder kan det bli väldigt djupa spår och köra sönder trummor. Just att bygga CTI-vägar har vi inte funderat på. Det är väl så här också, SCA har ju varit med när vi tog fram det och SCA har ju varit väldigt offensiva. Dom har ju flest bilar i Sverige utav bolagen också, CTI-bilar så dom har ju kommit långs i utvecklingen också. Dom har ju lite annan struktur också på sitt markinnehav, som jag fattar så använder man det här dels då för att få ett flöde till sina industrier och???? Sen hänger det väl lite ihop det här med CTI också om man ska, vi jobbar ju med timmerbilar och att få ner taravikten på dem för att kunna lasta mera, och plockar man av en del utrustning på en normal timmerbil drivaxeln och lägger på en vanlig boggieaxel så kommer man ner i vikt och i pris också på bilen. Och ändå har man framkomlighet också. Sen har vi det allmänna vägnätet, norrut har vi väldigt mkt dk2 dk3vägar som inte kommer rustas inom en rimlig framtid och för att kunna köra på dom då måste man ha CTI. Och det är en nog så viktig punkt som påverkar det här. Och CTI det är

jävligt bra men sen att ta steget och bygga CTI-vägar... Alltså vi bygger ju vintervägar, D-bärigheter där det inte är något grus alls på men det görs i väldigt liten omfattning och där vi vet att bärigheten i skogen förutsätter att man avverkar på vintern. Och då är det ju ingen mening att bygga en väg som har C- eller D-bärighet för då bär ju vägen utan grus på. Det man kan göra sen är ju att grusa på lite grann så man kan utföra skogsvården för då måste man ju dit på barmark.

Så är det nu i dagsläget men i framtiden kan ju det omprövas. Men vi bygger ungefär 25-30 mil per år nya vägar Sveaskog och det är väl ungefär samma nivå som SCA har. Och det är ju bara norrut vi bygger, vi bygger nästan ingenting söderut. Det är från södra Norrland och uppåt det byggs. Där har vi ett glest vägnät, i södra Sverige är det så tätt. Vi har 15 meter väg per hektar produktiv areal i snitt. I norr är det under 10m och i syd är det 28-30m. Vi har som riktvärde att det ska ligga runt 20 i snitt ungefär. Så det är därför vi bygger mest norrut för där är det glest vägnät och det hart ju att göra med att tidigare hade man större hyggen, man la ner flottningen och sen byggde man ut vägnätet och då vart det ju som det vart. Man hade ju betydligt längre verkningsdjup när man räknade på det.

10. -

11. -

12. -

13. -

14. -

15. -

Företag: Billerud skog

Befattning: Funktionsansvarig avverkning

Namn: Per Nordahl

1. Nej

2. Vi har egentligen bara tillgång till en CTI-bil som går på projekt till skogsåkarna och den går på ett område, på mycket s.k. besparingsvägar och på korta stick där vi bygger vägar.

Nej, vid tjällossning har vi fått tillstånd, nu går den på Orsa kommun så han har fått tillstånd av vägmästaren som har hand om jordägarvägarna att få köra lite mer även om vägarna är avstängda.

3. -

4. Vi vet inte hur vägarna ser efter honom eller så men vi får ju bort virke på lite bättre sätt.

5. -

6. -

7. -

8. -

9. -

10. Nej, har inte många bilar som har det och vi har inte tryckt på åkerierna att skaffa.

Om JA på frågan ovan

11. -

12. -

13. -

14. -

15. -

Företag: Norra skogsägarna
Befattning: Produktion och Logistikansvarig
Namn: Jörgen Bergh

1. Nej
2. Ja det gör vi.
3. Framförallt, egentligen under hela året men CTI-tekniken är ju fenomenal under tjällossningsperioder och under sensommar och höst.
4. Det tycker vi
5. -
6. -
- 7.-
8. -
- 9.Ja, vi har fört lite resonemang om det på våra egna fastigheter men det är ingenting vi har beslutat om än.
10. För det första har vi ju väldigt lite egen skog med påföljden att vi har ett väldigt väldigt begränsat litet vägnät det är väl anledningen i dagsläget i alla fall
11. Nej, inte någonting som är gjort i dagsläget nej
12. Nej det har vi inte, vi har inte analyserat det i den omfattningen ännu. Det har bara varit på diskussionsstadiet. Sen marknadsför vi det här hårt ut mot våra medlemmar och använder dessa bilar på vissa specifika svagare delar av vägnätet.
Ni förespråkar alltså CTI på befintligt vägnät?
I första hand ja
13. -
14. -
15. -